

jp11072721/pn

L1 ANSWER 1 OF 1 JAPIO (C) 2004 JPO on STN
ACCESSION NUMBER: 1999-072721 JAPIO
TITLE: OPTICAL SWITCHING ELEMENT AND IMAGE DISPLAY DEVICE
INVENTOR: YONEKUBO MASATOSHI
PATENT ASSIGNEE(S): SEIKO EPSON CORP
PATENT INFORMATION:

PATENT NO	KIND	DATE	ERA	MAIN IPC

JP 11072721	A	19990316	Heisei	G02B026-08

APPLICATION INFORMATION

STN FORMAT: JP 1997-262271 19970926
ORIGINAL: JP09262271 Heisei
PRIORITY APPLN. INFO.: JP 1997-161695 19970618
SOURCE: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN (CD-ROM), Unexamined
Applications, Vol. 1999
INT. PATENT CLASSIF.:
MAIN: G02B026-08
SECONDARY: G09F009-37

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical switching element capable of realizing an image display device having a small loss of light, a thin optical system for illumination and an exact gradation characteristic and permitting high-speed response.
SOLUTION: By bringing the extracting surface 36 of a light extracting part 50 mounted on a thin film 40 into contact with the total reflection surface 32 of the front surface of an optical guide 21 as a light transmission body such as a glass plate transmitting light by total reflection or bringing the extracting surface close to the total reflection surface to the extent to take out evanescent wave, an incident light beam transmitting in the optical guide 21 is extracted and emitted to the outside through an emitting body 43. Thus, by switching the light, since the operating range of the light extracting part 50 becomes the order of about a wavelength or a half wave length, an optical switching element 1 capable of high-speed operation is provided and the incident light is totally reflected at the time of turning off the switch and not leaked, the optical switching element of good contrast is provided.
COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-72721

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 2 B 26/08

G 0 2 B 26/08

A

G 0 9 F 9/37

G 0 9 F 9/37

A

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-262271

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月26日

(31) 優先権主張番号 特願平9-161695

(32) 優先日 平9(1997) 6月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 米窪 政敏

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

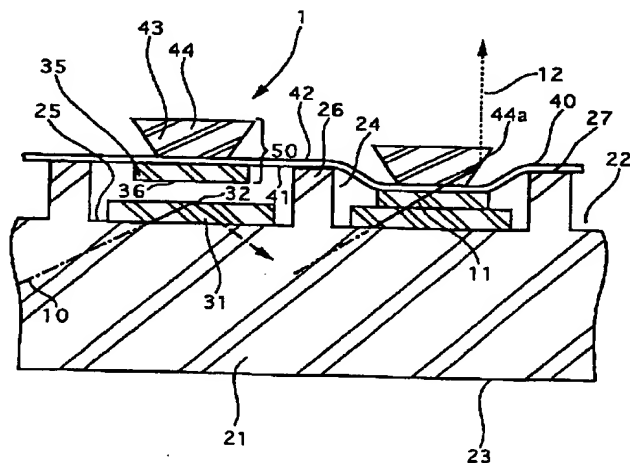
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光スイッチング素子及び画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 光のロスが少なく、高速応答が可能で、照明のための光学系が薄型で良く、階調特性も正確な画像表示装置を実現可能な光スイッチング素子を提供することを目的としている。

【解決手段】 全反射により光を伝えているガラス板等の導光体である光ガイド21の表面の全反射面32に対し、薄膜40に取り付けられた光抽出部50の抽出面36を接触あるいはエバネセント波を取り出せる程度まで近接することにより、光ガイド21内を伝達する入射光10を抽出し、出射体43を介して外部に出射する。このように光をスイッチングすることにより、光抽出部50の動作範囲は波長あるいは半波長程度のオーダとなり、高速動作が可能な光スイッチング素子1を提供でき、オフ時は入射光10が全反射されて漏れでないのでコントラストの良い光スイッチング素子を提供できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、

前記全反射面に対しエバネセント光が漏出する抽出距離以下に接近する第 1 の位置、および前記抽出距離以上に離れる第 2 の位置に移動可能な透光性の抽出面を備えた光抽出部とを有することを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記光抽出部は、前記抽出面によって抽出される光を出射する出射体を備えていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記出射体は、前記全反射面と角度の異なる出射面または反射面の少なくともいずれかを備えていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 4】 請求項 2 において、前記出射体は、マイクロプリズムまたはマイクロレンズであることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 5】 請求項 2 において、前記出射体は、出射方向に広がった円錐台または角錐台状の光学素子であることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 6】 請求項 2 において、前記出射体は光散乱性であることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 7】 請求項 2 において、前記出射体は前記抽出光によって発光することを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 8】 請求項 7 において、前記出射体は蛍光剤を備えていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 9】 請求項 1 において、前記光抽出部は波長選択性があることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 10】 請求項 1 において、前記光抽出部は前記抽出面と反対方向に抽出される抽出光を導く透過型であり、前記導光部に対し光の出射する出射方向に配置されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 11】 請求項 1 において、前記光抽出部は前記抽出面の方向に抽出される光を導く反射型であり、前記導光部に対し光を出射する出射方向と反対側に配置されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 12】 請求項 1 において、前記光抽出部は前記抽出面によって抽出される抽出光を散乱する散乱型、または、前記抽出光により発光する発光型であり、前記導光部に対し光を出射する出射方向と反対側に光吸収層が配置されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 13】 請求項 1 において、前記光抽出部によって抽出される抽出光の出射方向に配置された非可動性の光処理部を有することを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 14】 請求項 13 において、前記光処理部は波面変換機能を備えていることを特徴とする光スイッチ

ング素子。

【請求項 15】 請求項 13 において、前記光処理部は波長選択機能を備えていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 16】 請求項 13 において、前記光処理部は散乱または発光機能を備えていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 17】 請求項 1 において、前記導光部に対しスペーサを介して積層された薄膜を有し、この薄膜により前記光抽出部が支持されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 18】 請求項 10 において、前記導光部に対する前記出射方向にスペーサを介して積層された透過型の薄膜を有し、この薄膜によって前記光抽出部が支持されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 19】 請求項 11 において、前記導光部に対する前記出射方向と反対側にスペーサを介して積層された反射型の薄膜を有し、この薄膜によって前記光抽出部が支持されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 20】 請求項 17 において、前記薄膜に支持された前記光抽出部を駆動可能な駆動部を有することを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 21】 請求項 20 において、前記駆動部は前記光抽出部を静電的に駆動可能であることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 22】 請求項 21 において、前記全反射面に透明電極が設置されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 23】 請求項 21 において、前記光抽出部は、前記抽出面によって抽出される光を出射する出射体を備えており、この出射体に対し前記導光部の側に透明電極が配置されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項 24】 請求項 21 において、前記スペーサは各々の前記光抽出部の四方を支持する柱状であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 25】 請求項 21 において、前記薄膜はスペーサに対して電界熱接合されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 26】 請求項 1 に記載の光スイッチング素子を複数有し、これらの光スイッチング素子が 2 次元的に配置され、前記導光部は光が伝達可能なように接続されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 27】 請求項 26 において、前記導光部に対しスペーサを介して積層された薄膜を有し、この薄膜により複数の前記光抽出部が支持されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 28】 請求項 27 において、前記スペーサは各々の前記光抽出部の四方を支持する柱状であることを

3

特徴とする画像表示装置。

【請求項 29】 請求項 27 において、前記薄膜はスペーサに対して電界熱接合されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 30】 請求項 27 において、前記薄膜に支持された各々の前記光抽出部を駆動可能な駆動部を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 31】 請求項 30 において、前記駆動部は、走査電極およびこの走査電極と直交する副走査電極とを備えており、いずれか一方が前記導光部に配置され、他方が前記薄膜または光抽出部に配置されていることを特徴する画像表示装置。

【請求項 32】 請求項 31 において、前記走査電極および副走査電極のうち、少なくとも前記導光部に設けられた電極は透明電極であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 33】 請求項 27 において、前記光抽出部は波長選択性を備えていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 34】 請求項 27 において、前記導光部に 3 原色を時分割して供給可能な光源部を有することを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信、光演算、光記憶装置、光プリンター、画像表示装置等に使用される光スイッチング素子（ライトバルブ）に関するものであり、特に画像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の光スイッチング素子は液晶を用いたものが知られている。図 16 にその概略構成を示すように、従来の光スイッチング素子 900 は、偏光板 901 および 908、ガラス板 902 および 903、透明電極 904 および 905、液晶 906 および 907 より構成され、透明電極間に電圧を印加することにより液晶分子の方向を変えて偏光面を回転させ光スイッチングを行うものであった。そして、従来の画像表示装置は、このような光スイッチング素子（液晶セル）を二次元に並べた液晶パネルを用い、階調表現は印加電圧を調整することにより液晶分子の向く方向をコントロールするものであった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、液晶は高速応答特性が悪く、たかだか数ミリ秒程度の応答速度でしか動作しない。このため高速応答を要求される、光通信、光演算、ホログラムメモリー等の光記憶装置、光プリンター等へ液晶を用いた光スイッチング素子を適用することは難しかった。また、液晶を用いた光スイッチング素子では、偏光板により光の利用効率が低下してしまうという問題もあった。

4

【0004】 また、画像表示装置においては、近年、いっそう高品位な画像品質が要求されており、液晶を用いた光スイッチング素子よりさらに階調表現が正確な表示を行える光スイッチング素子が求められている。

【0005】 そこで、本発明は、光のロスが少なく、高速応答が可能な光スイッチング素子を提供することを目的としている。また、製造が比較的簡単で歩留りも高く、低コストで高解像度のカラー表示も可能な画像表示装置を提供することを目的としている。さらに、照明のための光学系も薄型化でき、階調特性も正確な画像表示装置を提供することも目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】 このため、本発明においては、光を全反射している導光部に対し透光性の抽出面を接触させると光を抽出することができ、さらに、半波長、望ましくは $1/4$ 波長程度の距離まで抽出面を接近することによって漏出するエバネセント光を抽出することに着目し、抽出面を備えた光抽出部の 1 波長程度あるいはそれ以下の微小な動きによって光を高速でオンオフ可能な光スイッチング素子を実現している。すなわち、本発明の光スイッチング素子は、光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、全反射面に対しエバネセント光が漏出する抽出距離以下に接近する第 1 の位置、および抽出距離以上に離れる第 2 の位置に移動可能な透光性の抽出面を備えた光抽出部とを有することを特徴としている。この光スイッチング素子は、エバネセント光も抽出できるので導光部の全反射面に必ず密着しなくても良く信頼性の高い光スイッチング素子である。そして、第 1 の位置から 1 波長程度離れた距離にある第 2 の位置に移動することによりオフ状態になるので、高速動作が可能な光スイッチング素子を提供できる。また、オフ状態では導光部からの光は全反射されて漏れ出てこないでコントラストが大きな光スイッチング素子を提供することができる。

【0007】 このような光スイッチング素子においては、抽出面で抽出した抽出光を出射体で適当に処理することにより光を外部に出力でき、オンオフ動作する光スイッチング素子を実現できる。例えば、出射体に全反射面と角度の異なる出射面または反射面の少なくともいずれかを設けておくことにより、光抽出部から抽出光を外部に出すことができる。このような出射体としては、マイクロプリズムまたはマイクロレンズを用いることができ、抽出面から抽出した光を効率よく外部に取り出すことができる。また、出射体として、出射方向に広がった円錐台または角錐台状の光学素子を用いることも可能である。このような光学素子を用いると、光を取り出す効率をさらに上げられると同時に取り出した光の方向を導光部の全反射面に対して垂直方向に近づけることができる。

【0008】 また、出射体として光散乱性のものを用い

5

ることも可能であり、抽出光を出射体で散乱させて外部に出射させることができる。さらに、出射体として抽出光によって発光可能なもの、例えば、導光部に伝達される光として紫外線を用い、この紫外線が当たると発光する蛍光剤を含んだものなどを出射体として用いることができる。

【0009】さらに、光抽出部に波長選択性を持たせることにより、発色の異なる光スイッチング素子を提供することも可能である。このためには、抽出面あるいは出射体にカラーフィルタとしての機能を持たせても良く、散乱材あるいは発光剤に波長選択性のあるものを採用することが可能である。

【0010】また、光抽出部は抽出面と反対方向に抽出される抽出光を導く透過型で構成することが可能であり、このような透過型の光抽出部は導光部に対し光を出射する出射方向に配置することにより光スイッチング素子として機能する。一方、光抽出部は抽出面の方向に抽出される光を導く反射型で構成することも可能であり、このような反射型の光抽出部は導光部に対し光の出射方向と反対側に配置することにより光スイッチング素子として機能する。また、光抽出部は抽出面によって抽出される光により発光する発光型とすることも可能である。さらに、抽出光を散乱させたり、抽出光によって発光された光を出射する場合は、導光部に対し発光した光の出射方向と反対側に光吸収層を配置し外光を吸収することによりコントラストを高めることができる。

【0011】また、スイッチング動作を行う光抽出部に散乱あるいは波長選択性などの機能を備えた出射体を設ける代わりに、光抽出部によって抽出される抽出光の出射方向に非可動性の光処理部を設け、この光処理部に、出射される光の方向を整える波面変換機能、波長選択機能あるいは発光または散乱機能などを設けておくことも可能である。このような光処理部を設けることにより光抽出部の構成が簡易となり、動作荷重も低減されるので可動し易くなり、さらに高速のスイッチング動作を行わせることができる。

【0012】このような光スイッチング素子においては、光抽出部は導光部に対し適当な距離をおいて可動できるように個別に支持することも可能である。導光部に対しスペーサを介して積層された薄膜を用い、この薄膜により光抽出部を支持することにより、導光部に対して適当な距離を維持できると共にユニット化することが可能となる。透過型の光抽出部の場合は、出射方向にスペーサを介して積層された透過型の薄膜を用いて光抽出部を支持することができる。また、光抽出部が反射型の場合は、出射方向と反対側にスペーサを介して積層された反射型の薄膜を用いることにより、薄膜で抽出光を反射できる。また、反射性あるいは非透過性の薄膜を用いて外光を防いでコントラストを高めることができる。

【0013】このような薄膜で光抽出部が支持された光

6

スイッチング素子においては、薄膜に支持された光抽出部を適当な駆動機構を用いて駆動することによりスイッチング素子として動作させることができる。そして、光スイッチング素子自体に薄膜に支持された光抽出部を直接あるいは間接的に駆動可能な駆動部を設けておくことにより、駆動機構まで一体となった光スイッチング素子を提供することができる。このような駆動機構としては、ピエゾ素子のような圧電変換機能を備えたものであっても良いが、駆動部として光抽出部を静電的に駆動するようにすれば静電力による吸着あるいは反発が利用でき、しかも薄膜技術を利用したマイクロマシンを構成することができる。このため、簡単な機構で薄く纏めることができ、生産性も向上する。従って、低価格で小型の光スイッチング素子を提供できる。例えば、全反射面に透明電極を設置することが可能であり、この電極と対峙する電極を薄膜側に設けて電位を与えることにより自由に光スイッチング素子を制御することができる。

【0014】このような薄膜に光抽出部が支持されて静電駆動される光スイッチング素子においては、抽出面によって抽出される抽出光を光学的に処理して出射する出射体に対し導光部の側に透明電極を配置しておくことが望ましい。これにより、全反射面に設けられた透明電極と薄膜側の透明電極との距離を短くできるので、小さな駆動電圧で光スイッチング素子を駆動することができる。さらに、薄膜がシリコン製などである場合は、ガラス製などのスペーサに対して電界熱接合することが可能である。電界熱接合を採用すると接着剤層などが不要なので、薄膜と全反射面の距離を一定になるように組み立てるのがさらに容易になる。また、薄膜と全反射面との距離を規定するスペーサは各々の光抽出部の四方を支持するように柱状とすることにより、スペーサの配置スペースを最小限にでき、抽出面の面積を広く確保することができる。

【0015】このような本発明に係る光スイッチング素子を複数個用い、これらを2次元的に配置し、さらに、導光部同士を光が伝達可能なように接続することにより2次元表示の可能な画像表示装置を実現することができる。この画像表示装置は、応答速度が速く、高速動作が可能であり、さらに、高コントラストの画像が得られる。さらに、スイッチング素子の高速特性を利用し、時分割で階調を表現できるため、高品位な画像が得られる。また、偏光フィルタなどによる光強度の減少はなく、導光部から直に光を抽出するようにしているので明るい画像表示装置を提供できる。

【0016】このような画像表示装置は、導光部に対しスペーサを介して積層された薄膜を用いて光抽出部を支持することにより、薄く、小型化することができる。また、2次元的に配置されたそれぞれの光スイッチング素子を静電駆動するために、走査電極およびこの走査電極と直交する副走査電極とを用いることが可能であり、こ

7

れらを導光部および薄膜または光抽出部に配置することにより、2次元的に配置された光スイッチング素子の各々を駆動して画素表示を行うことができる。

【0017】さらに、光抽出部に波長選択性を持たせることによりカラー表示を行うことも可能となる。また、導光部に3原色を時分割して供給可能な光源部を用い、各々の光スイッチング素子を同期して制御してカラー表示することも可能である。このように、本発明に係る画像表示装置においては、カラーの高品位画像が得られると同時に装置を薄く構成できるという効果を有する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。

【0019】〔本発明に係る光スイッチング素子の幾つかの実施例〕

〔実施例1〕本発明の光スイッチング素子の原理は、全反射により光を伝えているガラス板等の導光体に対向して設置した透明な、あるいは透光性の抽出面を備えた物体を、一波長、望ましくは半波長程度あるいはそれ以下のエバネセント光が漏出する抽出距離以下まで静電力や電歪効果を利用して近接あるいは接触させることによりエバネセント波を取り出すことができる第1の位置と、全反射条件を満たさないようにしてエバネセント波も出力されないよう第2の位置とに切り換えて光をスイッチングすることである。

【0020】図1に、本発明による光スイッチング素子の1例の概略構成を示してある。本例のスイッチング素子1は、ガラス製あるいは透明プラスチック製などの使用する光の透過率の高い導光体（導光部）である光ガイド21を有している。この光ガイド21は、入射光10が全反射により伝達されるように、入射光10の入射角に対して適当な角度となる表面22および裏面23が形成されている。表面22には、適当な高さの凹凸24がエッチングなどの技術によって形成されており、その溝部（グループ）25に厚さ0.1ミクロン程度の透明電極31が設置され、透明電極31の面32も入射光10に対して全反射が行える面（全反射面）となっている。このような光ガイド21の凹凸24が形成された表面22にPETフィルムなどの高分子、あるいは無機物の透明な薄膜40が積層されており、凹凸24の凸部（ランド）26をスペーサとして薄膜20と溝部25との距離が一定に保持されている。

【0021】本例の光スイッチング素子1においては、薄膜40と光ガイド21を接合するために適当な温度を加えながら高電位を印加して接続する電界熱接合（陽極接合）の技術を用いている。このため、薄膜40と光ガイド21が接合するランド26の先端部分27に接着剤層などの余分な層を設けずに済むので、薄膜40と溝25との隙間を精度良く保持することができる。薄膜40の溝側の面41には透明電極35が設けられており、こ

8

れらの透明電極35および31に極性の異なる電位を印加すると静電力により引き合い、図1の右側の光スイッチング素子のように透明電極35の溝側の面（抽出面）36が、溝側に設けられた電極の表面（全反射面）32に近接あるいは接触し、光ガイド21から光が光抽出部50に抽出される。すなわち、本例では透明電極35が光抽出部50の一部となり、その表面36が抽出面となっている。これらの透明電極35および31は液晶表示体などでも用いられているような0.02ミクロン程度の酸化シリコン製などの公知の絶縁層を備えており、以下ではその詳細な説明は省略する。

【0022】抽出面36によって抽出された抽出光11は、薄膜40を透過して薄膜40の反対側の面42に設けられた出射用の光学素子（出射体）43を通り、出射光12として外側に射出される。従って、本例の光スイッチング素子1においては、透明電極35および出射体43が光抽出部50の機能を果たしている。本例の出射体43は、四角錐の先端を取り除いた形状（四角錐台状）の高分子あるいは無機物の透明なマイクロプリズム44が用いられている。このマイクロプリズム44は、光ガイド21に近い側の底面積が遠い側より小さいように設置してある。このため、マイクロプリズム44に導かれた抽出光11は、全反射面とは角度の異なる側面44aに反射され、抽出光11の方向を全反射面32に対してほぼ垂直な、すなわち、光ガイド21の表面から垂直方向に放射分布が整えられた出射光12として図面上の上方に射出される。

【0023】全反射されている面に透明体を近接するとエバネセント波が透明体側に漏れ出て光が透過することが知られており、その透過率の一例を図2に示してある。エバネセント波の透過率は、媒体の屈折率や入射角度などによって相違するが、ほぼ同じような傾向を示し、半波長程度以下に透明体が近接するとエバネセント波を捉えることができる。さらに、全反射面32を形成する透明電極31と抽出面36を形成する透明電極35はほぼ同じ屈折率のため、接触すれば入射光は全反射面32で全反射せずに導光部である光ガイド21から抽出面36を通して透明電極35に抽出光11として進行する。このようにして、全反射面32から直に、あるいはエバネセント波を捉えて抽出光11が得られるので、光学素子43を経て出射光12として取り出し射出することができる。

【0024】上述したように、全反射を行う導光部と抽出面が形成された透明体が接触せずに波長以下の距離に近接する場合に、導光部から外部の空気あるいは真空中に大略波長程度はいり込んでいるエバネセント波を透明体の側に取り出することができることが知られている。このエバネセント波は、全反射現象を波動理論により検討したときに全反射する光が高屈折率の媒体から低屈折率の媒体中にわずかに浸透して存在する光であり、この光

は通常ふたたび高屈折率の媒体へもどされ全反射となる。そこで、本発明の光スイッチング素子 1 においては、このような漏れ出ているエバネセント波も抽出できることにより、抽出面 3 6 が必ずしも全反射面 3 2 に密着しなくても光スイッチング素子として十分な機能を発揮させ、信頼性の高い光スイッチング素子を実現するようにしている。

【0025】一方、全反射面 3 2 および抽出面 3 6 が半波長程度あるいはそれ以上離れるとエバネセント波の透過率はほぼ 0 になり光は出射されない。従って、コントラストの良いスイッチング素子を実現することができる。本例の光スイッチング素子 1 においては、スペースとなるランド 2 6 の高さによって、全反射面である光ガイド 2 1 の側の透明電極 3 1 の表面 3 2 と、抽出面である薄膜 4 0 の側の透明電極 3 5 の表面 3 6 との距離が適当な値になるように設定されている。そして、双方の電極 3 1 および 3 5 に極性の異なる電圧を印加するとエバネセント波が漏れ出る程度まで接近し（第 1 の位置）、双方の電極 3 1 および 3 5 に電圧を印加しない、または同電位を印加すると電極の表面 3 2 および 3 6 がエバネセント波が漏れでない程度まで離れる（第 2 の位置）ようになっている。従って、ランド 2 6 と薄膜 4 0 の接続部分の厚みは精度良く管理する必要があり、この点で電界熱接合を用いると接着材層が不要となるので精度良く光ガイド 2 1 と薄膜 4 0 を接合できる。

【0026】このように、本例の光スイッチング素子 1 は、透明電極 3 1 および 3 5 に印加される電位の極性を制御することによって光ガイド 2 1 の入射光 1 0 を出射するオンオフ制御が可能である。そして、薄膜 4 0 に支持された光抽出部 5 0 の移動距離は波長あるいは半波長オーダーで良いので、動作速度は非常に速く、 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ 秒あるいはそれ以下の速度で動作させることができる。さらに、光抽出部 5 0 を波長程度動かすことにより、光ガイド 2 1 に対しほぼ 100% 透過率から 0% の透過率まで切り換えることが可能であり、非常にコントラストの高い光スイッチング素子を実現することができる。従って、本例の光スイッチング素子 1 は高解像度の時分割制御が可能なスイッチング素子であり、多階調制御を非常にに行い易いスイッチング素子である。

【0027】また、本例の光スイッチング素子 1 は、エッチングなどの微細加工に適した半導体製造技法あるいはマイクロマシンの製造技術を用いて製造することができるので、一つのスイッチング素子の大きさを十数ミクロンから数百ミクロンにすることが可能である。さらに、薄膜 4 0 と光ガイド 2 1 が積層された一体型の素子であり、加えて、光抽出部 5 0 を駆動する電極 3 1 および 3 5 も組み込まれたユニット化された能動型のスイッチング素子として提供することができる。従って、複数の光スイッチング素子 1 を高密度で集積化することも容易であり、詳しくは後述するように、薄くて解像度の高

い画像表示用のスイッチング素子を実現することができる。

【0028】（実施例 2）図 3 に、上記と異なる光スイッチング素子の例を示してある。本例の光スイッチング素子 1 も表面に凹凸 2 4 が形成された光ガイド 2 1 に薄膜 4 0 が積層された構成であり、上記と共通する部分については同じ符号を付して説明を省略する。また、以下の各実施例についても同様に共通する部分については同じ符号を付して説明を省略する。

【0029】本例の光スイッチング素子 1 においては、出射体 4 3 として断面の大きさが波長の数倍から数十倍程度の小さな角柱あるいは円柱の柱状透明体 4 5 を多数並べた構成が採用されている。このような出射体 4 3 は、透明体 4 5 の微細な構造によって抽出光 1 1 が散乱して出射光 1 2 を得ることができる。すなわち、透明電極 3 1 および 3 5 に異なった極性の電位を印加して抽出面 3 6 を全反射面 3 1 に近接または接触させると、抽出光 1 1 が出射体 4 3 の角柱あるいは円柱の柱状透明体 4 5 の内部に入り込む。この抽出光 1 1 は角柱あるいは円柱の柱状透明体 4 5 の側面に当たり屈折して外部にでたり、あるいは反射して上部より外部に出るため、散乱光が出射光 1 2 として得ることができる。柱状透明体 4 5 の断面の大きさ、柱の長さを適当に選択する事により、光の取り出す効率、散乱の度合いを調節する事が可能である。

【0030】（実施例 3）図 4 に、光スイッチング素子のさらに異なる例を示してある。本例の光スイッチング素子 1 は、出射体 4 3 としての機能を果たすマイクロブリズム 4 4 が透明な薄膜 4 0 の光ガイド 2 1 に面した下部、すなわち、抽出側に配置されたものであり、マイクロブリズム 4 4 の先端（光ガイド側）4 4 b に透明電極 3 5 が設けられている。従って、電極 3 5 および 3 1 に電位差が印加されて全反射面 3 1 に抽出面 3 6 が接触あるいは近接すると、光ガイド 2 1 を全反射しながら伝播する入射光 1 0 が、抽出部 5 0 である透明電極 3 5 およびマイクロブリズム 4 4 を通って抽出される。この抽出光 1 1 は、マイクロブリズム 4 4 の側面 4 4 a に反射され、光ガイド 2 1 にほぼ垂直な方向の出射光 1 2 となって透明な薄膜 4 0 を通して出射される。

【0031】本例のように、薄膜 4 0 と溝（グループ）2 5 の間に出射体 4 3 を配置して光スイッチング素子 1 を形成することも可能であるが、出射体 4 3 を収納するために光ガイド 2 1 の表面 2 2 に形成する凹凸 2 4 の段差を大きくする必要がある。従って、光ガイド 2 1 の加工精度を維持するのが難しくなる。しかしながら、光スイッチング素子 1 の出射方向が薄膜 4 0 で覆われるようになるので、レンズなどの他の光学機器に重ねて配置可能になる点では優れている。また、透明電極 3 5 を出射体 4 3 の光ガイド 2 1 の側に設けてあるので、薄膜 4 0 と溝 2 5 との距離が開いても透明電極 3 5 および 3 1 の

距離を開けずに済む。このように電極間の隙間を狭くしておくことにより、小さな駆動電圧で光スイッチング素子 1 を駆動することができ、消費電力（動作電力）を低減することができる。

【0032】（実施例 4）図 5 に、本発明に係る光スイッチング素子 1 の他の例を示してある。上述した各光スイッチング素子 1 は、光ガイド 21 の図面上の上方（表面、出射方向）22 に向かって抽出光 11 を緩い適当な角度で反射あるいは屈折して、そのまま上方に出射する透過型の光抽出部 50 が用いられており、光抽出部 50 が透明な薄膜 40 によって光ガイド 21 の出射方向に支持されている。これに対し本例の光スイッチング素子 1 においては、光ガイド 21 の下方（出射方向と反対側、裏面）23 に向かって抽出された抽出光 11 を鋭角に反射して上方の出射方向に出射光 12 を導く反射型の光抽出部 50 が用いられている。そして、この光反射型の光抽出部 50 が不透明あるいは反射性の薄膜 49 によって光ガイド 21 の裏面 23 の側に支持されている。

【0033】本例の光スイッチング素子 1 には、エッチングによって薄膜化が容易なボロンドープのシリコン薄膜 49 が採用されており、光ガイド 21 の裏面 23 に形成されたランド 27 に電界熱接合によって積層されている。反射型の光抽出部 50 のこの薄膜 49 の光ガイド側の面 41 に形成されており、光ガイドの裏面側から透明電極 35、光散乱材 48 を含有した出射体 43 および反射膜となるアルミニウム層 51 が積層されている。

【0034】従って、電極 31 および 35 に極性の異なる電位が印加されると、上記の各スイッチング素子と同様に全反射面 32 に抽出面 36 が接触あるいは近接して抽出光 11 を得ることができる。そして、本例の光スイッチング素子 1 においては、抽出光 11 が散乱材 48 を含んだ出射体 43 の内部で散乱され、上方の出射方向に向いて散乱された出射光 12 はそのまま進行して光ガイド 21 を透過して光ガイドの表面 22 から出射される。また、下方に向かって散乱された出射光 12 は、アルミニウム製の反射膜 51 によって上方の出射方向に反射され、光ガイド 21 を透過して出射される。

【0035】本例のように、本発明に係る光スイッチング素子 1 は、反射型の光抽出部 50 を用いても構成することが可能であり、光ガイド 21 の方向に光を出射することができる。この方式の光スイッチング素子は、光ガイド 21 の表面 22 から光が出射されるので、この側にレンズなどの他の光学素子を隣接して配置することが容易な構成である。また、不透明なボロンドープシリコンを薄膜 49 として用いているので、ノイズとなる外光の侵入を薄膜 49 で防止することができ、いっそうコントラストの高い光スイッチングを行うことができる。さらに、本例の光スイッチング素子 1 においても、散乱材を備えた出射体 43 の光ガイド 21 の側に透明電極 35 を設けてあり、透明電極 31 との隙間を最小限にするこ

とにより小さな駆動電圧で高速駆動できるようにしている。

【0036】また、出射体 43 に含まれる散乱材 48 として波長選択性のある色素などを用い、反射膜の代わりに吸収性の膜を設けることにより特定の波長のみが出射されるようにすることも可能であり、カラー表示の可能な光スイッチング素子を実現することができる。

【0037】（実施例 5）図 6 に、本発明に係る光スイッチング素子 1 の他の例を示してある。本例の光スイッチング素子 1 は、反射型の光抽出部 50 を用いた例であるが、マイクロプリズム 44 などを用いた光反射性の出射体 43 を透過性の薄膜 40 の外側 42 に設けた構成例である。このように、透過性の薄膜 40 を用いて反射型の光抽出部 50 を構成することも可能であり、この光抽出部 50 を光ガイド 21 の裏面 23 に設置し、光ガイド 21 の表面 22 の側に出射光 12 を導くことも可能である。さらに、マイクロプリズム 44 としてダイクロイックプリズムなどの波長選択性のある光学素子を用いることも可能であり、カラー表示の可能な光スイッチング素子を提供することも可能である。

【0038】（実施例 6）図 7 に、本発明に係る光スイッチング素子 1 の他の例を示してある。本例の光スイッチング素子 1 は、反射型の光抽出部 50 を用いた例であり、さらに、光抽出部 50 を駆動する手段として電極を用いた静電力に代わり piezo 素子 59 による電歪力を用いた例を示してある。本例の piezo 素子 59 は、分極方向が異なる 2 層を積層したバイモルフタイプであり、電位を与えると湾曲し、その力によって個々の光抽出部 50 を光ガイド 21 の方向に圧迫できるようになっている。

【0039】本例の光スイッチング素子 1 においては、散乱材 48 が含まれた出射体 43 を備えた各光抽出部 50 がボロンドープされたシリコン薄膜 49 によって支持されている。そして、piezo 素子 59 が湾曲して出射体 43 が光ガイド 21 の方向に圧迫されると、光を全反射して伝達する光ガイド 21 の裏面 23 に出射体 43 の表面 43a が抽出面となって接触または近接し、入射光 10 が出射体 43 に抽出光 11 として導かれる。そして、出射体 43 の内部で散乱した出射光 12 が光ガイド 21 を透過して光ガイドの表面 22 から出射される。出射体 43 と薄膜 49 との間にアルミニウム製の反射層 51 を設けておいても良いことはもちろんである。

【0040】このように、本発明の光スイッチング素子 1 は、静電力以外の駆動力を用いても駆動することが可能である。しかしながら、piezo 素子 59 のような駆動体の支持や配置、さらには、電力供給の手段などを考慮すると、先に説明したような電極を用いた静電力を採用した方が構成を簡略化することができ、光スイッチング素子 1 のユニット化が容易である。

【0041】また、複数の光抽出部 50 を組み立てる際

13

に、導光部である光ガイド 21 とは分離したユニットとして光抽出部 50 を可動するように組み立てることももちろん可能である。しかしながら、上記の例に示すように、薄膜 40 あるいは 49 に取り付け、この薄膜を凹凸 24 が形成された光ガイド 21 の面に積層することにより簡単にユニット化が図られ、さらに、凹凸 24 のランド 26 の部分がスペーサとなって光抽出部 50 と光ガイド 21 との間に適当な隙間を維持できる。従って、本発明に係る高速動作が可能でオンオフのコントラストも高い高性能の光スイッチング素子を低価格で提供することができる。

【0042】（実施例 7）図 8 に、本発明に係る光スイッチング素子 1 の他の例を示してある。本例の光スイッチング素子 1 は、球体に近いマイクロレンズ 46 を出射体 43 として使用した例である。半球状からさらに球体に近い形状のマイクロレンズを出射体として用いることにより、屈折により出射光 12 の方向を修正でき、効率良く光ガイド 21 内の光を外部に抽出することができる。

【0043】さらに、本例の光スイッチング素子 1 は、光ガイド 21 として 160 nm 程度の波長の紫外線を効率よく透過する溶融石英を用いており、入射光 10 としてブラックライト（紫外線光源）から紫外線が入射されるようになっている。そして、出射体 43 には紫外線によって蛍光する蛍光剤 47 が含まれており、出射体 43 が抽出光 11 によって発光して出射光 12 が放出されるようになっている。すなわち、本例の光スイッチング素子 1 は、光ガイド 21 の内部を伝達する紫外線のエネルギーを抽出面 35 を介して抽出し、そのエネルギーを出射体で可視光に変換して放出するようにしているスイッチング素子である。また、蛍光体 47 として適当な材料を選択することにより、光抽出部 50 で紫外線によりカラー表示を行うことも可能である。蛍光体としては、赤色を発光する（Y, Gd）B₂O₃・Eu³⁺、緑色を発光する BaAl₁₂O₁₉・Mn、また、青色を発光する BaMgAl₁₄O₂₃・Eu²⁺などを採用することができる。このような 3 原色を発光可能な光スイッチング素子を用いて階調表示を行うことにより、高解像度のフルカラー表示を行うことが可能となる。

【0044】また、本例の光ガイド 21 の裏面 23 には光吸収層 29 が形成されており、外からの光が侵入するのを防止してコントラストの強い蛍光が得られるようにしている。

【0045】このように、本例の光スイッチング素子 1 は、自己発光型の光抽出部 50 を用いた光スイッチング素子であるが、本例の出射体 43 に蛍光剤 47 に代わって散乱材 48 を含有して可視光を光ガイド 21 に供給することにより、先の実施例と同様に散乱型の光抽出部を構成し直視型の光スイッチング素子を提供することも可能である。もちろん、透明な球体に近いマイクロレンズ

14

46 を用いて入射光 10 を抽出して出射する光スイッチング素子を提供することも可能である。

【0046】（実施例 8）図 9 に、本発明に係る光スイッチング素子 1 の他の例を示してある。上記の各光スイッチング素子 1 は、光抽出部 50 に出射体 43 が含まれ、抽出面が動くのに伴って出射体 43 も動くようになっているのに対し、本例の光スイッチング素子 1 においては、光ガイド 21 内から抽出された抽出光 11 の出射側に薄膜 40 によって駆動されない光処理部 60 を設け、この光処理部 60 で抽出光 11 を出射光 12 に処理（変換）するようにしている。このため、本例の光抽出部 50 は、光ガイド 21 から抽出光 11 を抽出する機能だけを備えており、全反射が発生しないように面を構成するマイクロプリズムなどを搭載するだけの極めて簡易な構成にできる。従って、光抽出部 50 を駆動する際の負荷が非常に小さくできるので、省電力でさらに高速動作が可能となり、多階調表現の可能な光スイッチング素子を提供することができる。

【0047】また、光処理部 60 は、光抽出部 50 と別に形成されるために多種多様な機能を持たせることが可能となる。例えば、出射光 12 の方向性を高めるマイクロレンズとしての機能を付与でき波面変換機能を持たせることが可能である。可動する光抽出部 50 とは別に設置できるので十分な曲率などを備えた光処理部 60 を設けることができる。また、特定の波長を散乱する散乱材 48 を混入して波長選択性を持たせることも可能であり、可動性を考慮しなくて良いので十分な量の散乱材 48 を含んだ光処理部 60 を設けることができる。もちろん、蛍光剤などの発光剤を含んだ光処理部 60 を設定することも可能であり、紫外線などの可視光以外の処理も行うことができる。さらに、複数の機能を備えた光処理部 60 を積層して配置することも可能であり、光ガイド 21 から抽出された抽出光 11 を適当に処理して出射することができる。

【0048】〔光スイッチング素子を用いた画像表示装置〕上記にて本発明に係る幾つかの光スイッチング素子の例を示しながら説明したように、本発明の光スイッチング素子は、全反射している入射光を抽出して出射するようにしているので、偏光板などによる光のロスはなく、入射光を極めて効率良く取り出すことができる。さらに、オンオフを行うために光抽出部が駆動する間隔は波長あるいは半波長単位の微小な距離で良いので、高速応答が可能であり、良好なコントラストも得ることができる。また、エッチングなどの半導体製造方法あるいはマイクロマシンの製造方法として一般的な製造方法で本発明の光スイッチング素子を製造できるので、比較的簡単に歩留りも高く、さらに低コストで製造し供給することが可能となる。従って、本発明の光スイッチング素子を 2 次元的に配置することにより、高解像度のカラー表示が可能な画像表示装置を提供するが可能であり、その

15

幾つかの例を以下に示してある。なお、上記ですでに説明した部分については、共通の符号を付して以下では説明を省略する。

【0049】（実施例9）図10に、本発明の画像表示装置2を用いて画像を投射する様子を示してある。光源となるランプ5から出射された光は入射光10となって画像表示装置2の光ガイド21を全反射しながら進行し、複数の光抽出部50が2次元的に配置された光スイッチング部3にいたる。そして、2次元的に配置された光抽出部50のうち、電圧が印加された部分で抽出されて出射光12が放出され、その光が投影レンズ6により集光されスクリーン7に投影される。

【0050】図11に、本発明の画像表示装置2の光スイッチング部3の例を示してある。本例の光スイッチング部3は、上記の実施例1に示したスイッチング素子が二次元に多数並べられた構造を有している。本例のスイッチング部3の光抽出部50は、出射体43であるマイクロプリズム44として、赤色を透過する波長選択性を有するプリズム44R、緑色を透過する波長選択性を有するプリズム44G、青色を透過する波長選択性を有するプリズム44Bが用いられた光スイッチング素子が順番に配置されており、この3種類の光スイッチング素子を一組として1画素（ピクセル）がフルカラーで表示できるようになっている。

【0051】本例のスイッチング部3においては、階調表示は各々の光スイッチング素子1の電極31および35に印加される電圧の印加時間を調整することにより行うことができる。グレートーンの階調表示を例にすれば、黒色は印加時間がゼロで光ガイド21から光が抽出されず、一方、白色は印加時間が最大として最も長い間光が抽出される。そして、この中間のグレー階調は印加時間を調節して表現することができる。このような階調制御を各色のプリズム44R、44Gおよび44Bを備えたスイッチング素子毎に行うことによりフルカラー表示を行うことができる。さらに、本例のスイッチング素子は高速駆動が可能で、多階調表現ができるので高解像度のフルカラー表現を行うことができる。

【0052】波長選択性はマイクロプリズム44以外にも、光が通過する他の部分、たとえば透明電極35の近傍にカラーフィルターを設置してもよい。また、マイクロプリズム44を透明な樹脂に色素を分散したものにより製作して実現してもよいし、透明電極35の近傍に誘電体多層膜によりダイクロイックミラーを構成して実現するなど多種多様な方法を採用することができる。

【0053】図12に、本例の画像表示装置2のスイッチング部3の概略構成を部分的に薄膜40を欠いて示してある。本例のスイッチング部3は、スイッチング素子1が2次元的に配置されるように形成されている。このため、光ガイド21には走査方向に延びた透明電極31が所定のピッチで配置されており、薄膜40には走査方

16

向と直交する副走査方向に延びた透明電極35が所定のピッチで配置されている。もちろん、走査方向および副走査方向は入れ替わっても良い。そして、透明電極31および35が交わる部分に出射体43であるマイクロプリズム44が取り付けられ、光抽出部50を備えた光スイッチング素子1が形成されている。本例においては、薄膜40を支持するランド（突起）26が、光スイッチング素子1の周囲に、光抽出部50の四方を支持するように柱状に形成されており、それぞれの突起26が電極35と干渉せずに薄膜40に電界熱接合などの方法により強固に接合されるようになっている。また、可動する光抽出部50を4角（4隅）で支持することにより、全反射面である透明電極31の表面32と接触する抽出面（電極35の表面）36の面積を広く確保することが可能となる。このため、光ガイド21から光抽出部50の単位で高強度の抽出光を得ることができ、明るい画像表示装置2を形成することができる。

【0054】（実施例10）図13に、本発明に係る画像表示装置の異なった例を示してある。本例の画像表示装置2は、プリズム状の光ガイド21を備えており、光源5からの入射光10が直に光スイッチング部3の全反射面に照射されるようになっている。このような画像表示装置2を用いることにより、入射光10の方向は出射方向に対し直交する方向に設定しなくても良い。従って、投射装置などの光源5と画像表示装置2を用いた応用装置においては、光源5と画像表示装置2の向きは適当な角度に設定することが可能であり、コンパクトで使用する形態に則した投射装置などを提供することができる。

【0055】（実施例11）図14に、本発明に係る画像表示装置の使用例を示してある。本例は画像表示装置2をヘッドマウントディスプレイに応用した例である。光源であるLED70から出射された光は画像表示装置2の光ガイド21に繋がったプリズム71により取り込まれて入射光10となり、光ガイド21を全反射しながら進行する。そして、光スイッチング部3によってスイッチングされて画像が形成され、集光用のレンズ72によって目73に至る。本例の光スイッチング部3には、直視に適した散乱型の光抽出部が採用されており、例えば、上記の実施例2に説明したような光抽出部を用いることができる。

【0056】また、本例の画像表示装置の光源であるLED70は赤緑青、またはシアン、マゼンダ、イエローなどの光の3原色を発光可能な3種類のLED70a、70bおよび70cが用意されており、これらが時間分割により発光させてそれぞれの色の光線が画像表示装置2に入射されるようになっている。このため、画像表示装置2のスイッチング部3においては、これらのLED70a、70bおよび70cの発光のタイミングと同期してそれぞれの色を表現するように各ドットを表示する

17

光スイッチング素子が動作し、フルカラー画像を表示するようにしている。

【0057】もちろん、波長選択性のある散乱型の光抽出部、例えば、実施例4、6あるいは8に示したような光スイッチング素子を用いてフルカラー表示可能なヘッドマウントディスプレイ用の画像表示装置を提供することも可能であり、波長選択性のある光抽出部を採用した場合は白色光を光源として選択することができる。従って、外光を適当な光学系を用いて方向性を整えて光ガイド21に入射して画像表示を行うことも可能である。さらに、実施例7に示したように発光型の光抽出部を用いた光スイッチング素子を採用してカラー画像を表示可能な画像表示装置を提供することももちろん可能である。

【0058】(実施例12) 図15に、本発明に係る画像表示装置を用いた投射型の表示装置の異なった例を示してある。上記の実施例10および11では、透過型の光抽出部を備えた光スイッチング素子を用いた例を示してあるのに対し、本例の画像表示装置2のスイッチング部3としては反射型の光抽出部を備えた、例えば実施例5に示したような光スイッチング素子を用いることができる。本例の画像表示装置2の光ガイド21には、一方に入射用の面81が用意されており、この面に向かって光源から赤緑青(RGB)、またはシアン、マゼンダ、イエローなどの光の3原色が時分割で入射される。本例の光源80は、白色のメタルハライドランプ80aと、モータで回転される3色分割フィルタ80bとを備えており、3色分割フィルタ80bで色分割された光線がコリメータレンズ80cを通して並行光束化されて入射面81から光ガイド21に入射される。そして、光スイッチング部3に到達した入射光10は、光スイッチング素子によって反射されて光ガイド21を透過する出射光12となって出射され、投射レンズ85を通過してスクリーンなどに画像が形成される。一方、光スイッチング部3の光スイッチング素子によって出射光に変換されなかった入射光は全反射によって光ガイド21の入射面81と反対側の反射面82に到達し、この面で反射されて再び光ガイド21内を伝達し、光スイッチング部3に到達する。

【0059】このように、本例の画像表示装置2は時分割され入射光に同期して光スイッチング部3を操作することによりカラー画像を投射することができる。もちろん、白色光を入射光10として採用し、波長選択性のある光抽出部を用いた光スイッチング部3によってカラー画像を投射できることは上記にて説明した透過性の光スイッチング部を備えた画像表示装置と同様に可能である。

【0060】なお、上述した光スイッチング素子および画像表示装置は本発明の一例に過ぎず、本発明は請求の範囲に記載した通りのものであり、実施の形態に示した幾つかの例に限定されるものではないことはもちろんで

18

ある。また、光源に単色光としてレーザを用いるなどの上記以外の応用機器も可能である。さらに、本発明の光スイッチング素子の適用例は画像表示装置に限定されるものではなく、光プリンターのライン状ライトバルブ、三次元ホログラムメモリ用の光空間変調器などその応用範囲は非常に広く、従来の液晶を用いた光スイッチング素子が適用されている分野はもちろん、液晶を用いた光スイッチング素子では動作速度や光強度が不足する分野および応用機器に対して本発明の光スイッチング素子は特に適している。さらに、本発明の光スイッチング素子は微細加工が可能であるので、従来の液晶の光スイッチング素子よりも小型化、薄型化を図ることができ、高集積化することも可能である。

【0061】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の光スイッチング素子は、非常に軽い光抽出部を可動部として動作し、その移動範囲をわずかに波長程度あるいはそれ以下にすることができ、全反射により封じ込まれている光を取り出すことができる。このため、1ミリ秒以下の応答速度が得られる。さらに、光抽出部が全反射面から離れてスイッチがオフとなるときは、光が全反射されるので出力光がまったく無い。このため、コントラストは大変に良好な光スイッチング素子が得られる。また偏光板が必要ないため光のロスを減らすことができる。さらに照明のための光学系も小型、薄型化が可能となる。

【0062】また、抽出した光を出射する出射体としては、上述したように種々の構成を採用することが可能であり、例えば、マイクロプリズムあるいはマイクロレンズを用いることにより出射光を効率良く取り出すことが可能となる。また、ほぼ円錐あるいは角錐の先端を取り除いた形状を有し導光体に近い側の底面積が遠い側より小さい透明体を用いることにより、出射効率を上げると同時に、出射光の方向をコントロールして、所定方向に光を整えて取り出すことが可能となる。

【0063】さらに、これらの光抽出部を薄膜で支持して導光部に積層し、光抽出部を駆動する駆動機構に静電力の発生構造を用いることにより、薄膜技術、マイクロマシン技術により一体となった光スイッチング素子を構成でき、製造しやすいという効果を有する。従って、小型で薄く、さらに信頼性の高い光スイッチング素子を低コストで供給することが可能となる。

【0064】また、本発明の光スイッチング素子を二次元状に並べて画像を表示することが可能であり、光スイッチング素子がオフ状態の全反射時には光がでないため、コントラストが良い画像表示装置を提供できる。さらに本発明の光スイッチング素子的高速性を利用して、電圧印加時間により階調を表現できるため、液晶のような電圧レベルによる階調表示よりも正確な階調をデジタル信号処理により実現できる。さらに、導光部に光を導くことによって光スイッチング素子を利用できるので、

19

本発明の画像表示装置の照明光学系も簡素化することができ、簡易な構成の投射装置やヘッドマウントディスプレイなどの様々な機器に応用することができる。

【0065】また、光抽出部に波長選択特性を与えたり、時分割された原色を入射光として供給することによりフルカラー表示も可能であり、本発明の光スイッチング素子は出射される光強度も高く、さらに、高速動作が可能で多階調制御ができるので、高品位なカラー表示が可能な画像表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の実施例1に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図2】エバネセント波の透過率を距離に対して示すグラフである。

【図3】本発明の実施の形態の実施例2に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態の実施例3に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態の実施例4に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態の実施例5に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態の実施例6に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態の実施例7に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態の実施例8に係る光スイッチング素子の概略構成を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態の実施例9に係る画像表示装置を投射装置に適用した様子を示す図である。

【図11】図10に示す画像表示装置の概略構成を示す図である。

【図12】図10に示す画像表示装置の構成を一部欠いて示す斜視図である。

【図13】本発明の実施の形態の実施例10に係る画像表示装置を投射装置に適用した異なった例を示す図である。

【図14】本発明の実施の形態の実施例11に係る画像表示装置をヘッドマウントディスプレイに適用した例を示す図である。

【図15】本発明の実施の形態の実施例12に係る画像

20

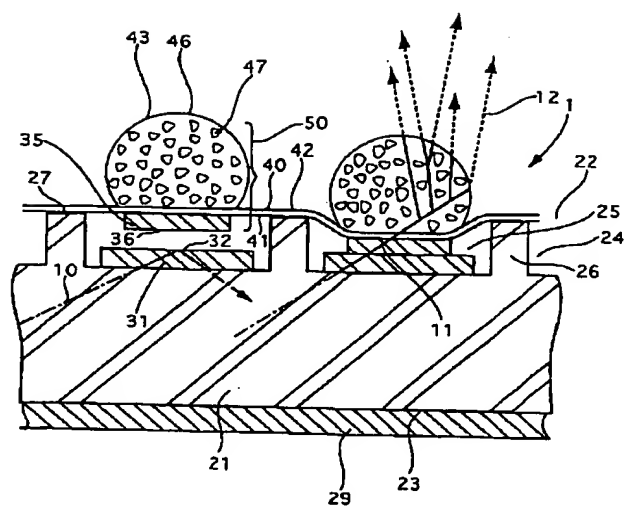
表示装置を投射装置に適用した異なった例を示す図である。

【図16】従来の液晶を用いた光スイッチング素子を示す図である。

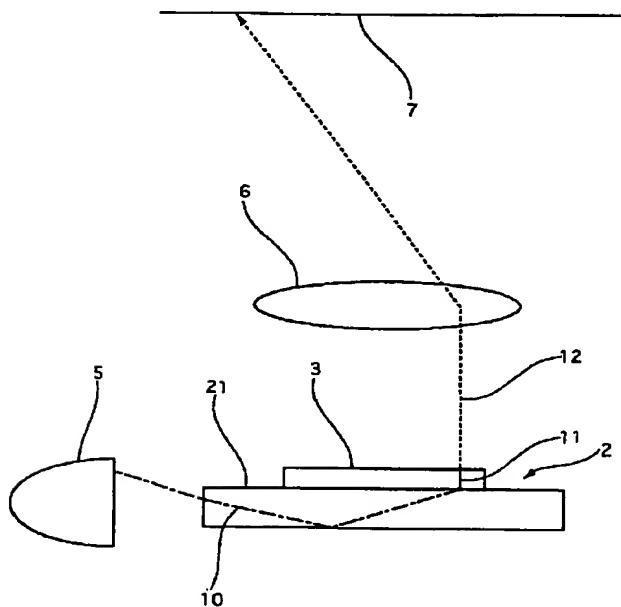
【符号の説明】

- 1・・・光スイッチング素子
- 2・・・画像表示装置
- 3・・・光スイッチング部
- 5・・・ランプ
- 10 6、85・・・投影レンズ
- 7・・・スクリーン
- 10・・・入射光
- 11・・・抽出光
- 12・・・出射光
- 21・・・光ガイド（導光部）
- 22、23・・・光ガイドの面
- 24・・・凹凸
- 25・・・溝または凹み
- 26・・・突起またはランド
- 20 27・・・電界熱接合部
- 29・・・吸収層
- 31、35・・・透明電極
- 32・・・透明電極の表面（全反射面）
- 36・・・透明電極の表面（抽出面）
- 40、49・・・薄膜
- 43・・・出射体
- 44・・・光学素子
- 47・・・蛍光体
- 48・・・散乱体
- 30 50・・・抽出部
- 51・・・反射層
- 60・・・光処理部
- 70・・・LED
- 71・・・プリズム
- 72・・・レンズ
- 73・・・目
- 908・・・偏光板
- 903・・・ガラス板
- 904、905・・・透明電極
- 40 906、907・・・液晶

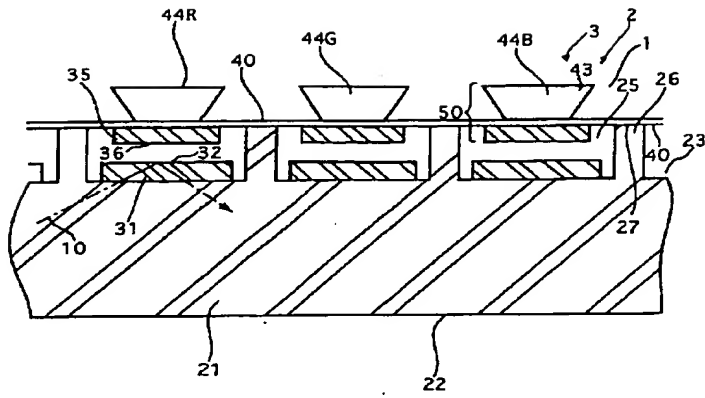
【图 8】



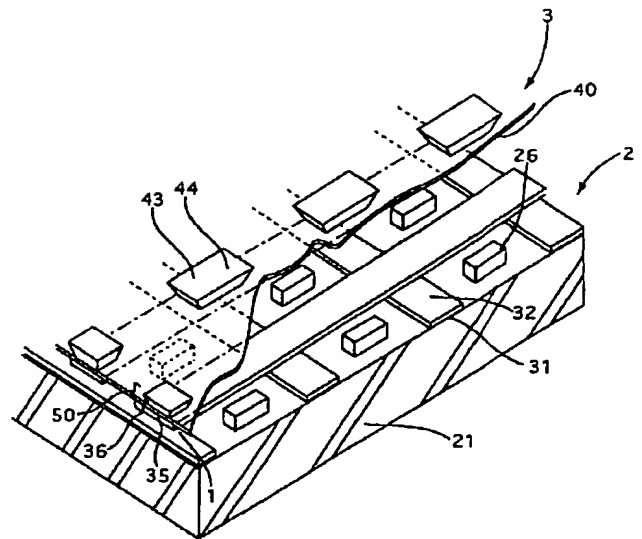
【図 10】



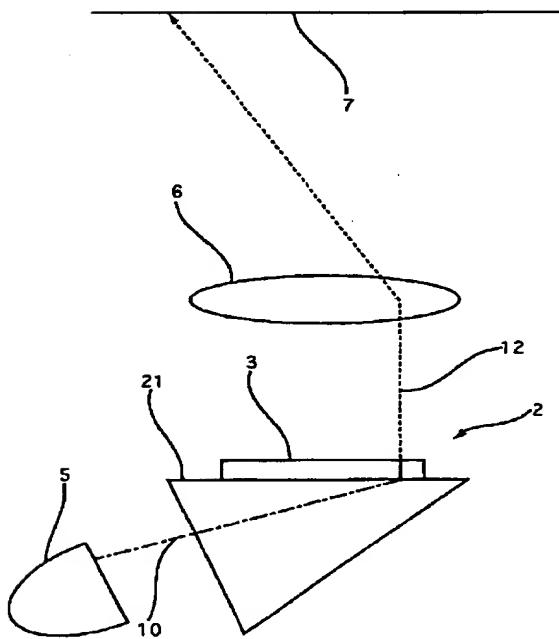
【図 11】



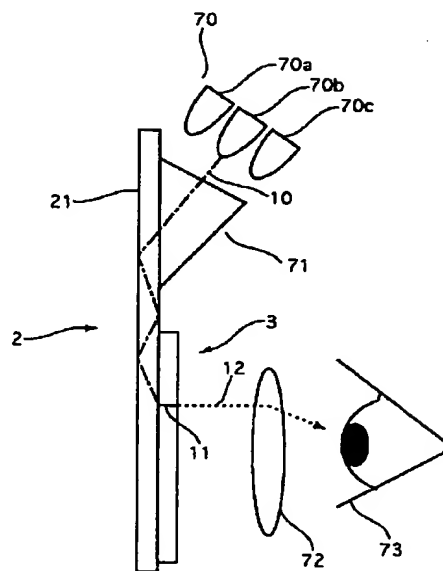
【図 12】



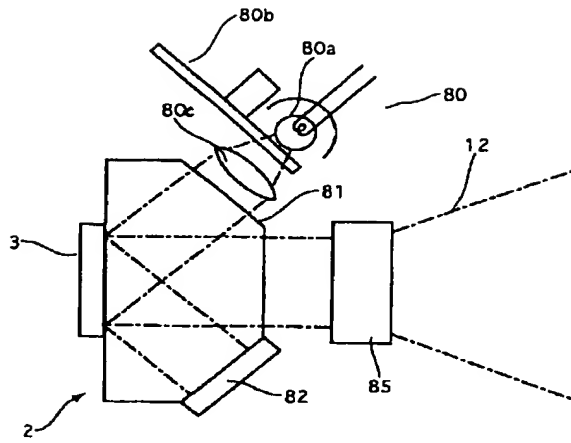
【図 13】



【図 14】



【図 1 5】



【図 1 6】

